選別機能を有する自動缶プレス機の試作

（機械工学科）野原　稔

Trial Manufacture of Automatic Can Press Equipment With Sorting Function

(Department of Machanical Engineering) Minoru NOHARA

Abstract

By the spread of vending machines, the amount of consumption of steel can, aluminum can, PET bottle, and a bottle has increased. It is necessary to sort out them in order for these canses to reuse. The author manufactured the automatic can press machine which used two Clinoids in last year. In the case of aluminum can, can pressure machine was able to push aluminum can easily. In the case of steel can, the taste side of a steel can is made from aluminum. However, the another side is made from steel. Since the taste side is flexible because of this reason, a taste side is pushed early. When a steel can is pressed using two Clinoids, the balance of power is bad and cannot press a steel can well.

In this paper, the large oil pressure cylinder of the power of pushing a press board was used for the press part. If the vessel of a drink is put in into a can pressure machine, can pressure machine, steel can, aluminum can, PET bottle, a bottle, etc. will be classified automatically. The capacity of a vessel can be made small by the pressure machine. Moreover, a PET bottle, a bottle, etc. are received in a recovery box without pressing. Since the author manufactured the can press machine which has a sorting function, author reports the manufacture process and a situation of operation.

Key Words : Micro Computer, Operation Control, Simulation, Automatic Machine

マイクロコンピュータ，制御，シミュレーション，自動機械

§1　緒言

自動販売機による飲み物の消費量の増加により，捨てられるスチール缶，アルミ缶，ペットボトルおよびビン等の消費量が増加している．また，これらのものはリサイクルを行うため，選別して回収箱に入れることが求められている．

前年度，シリノイドを２個使用したスチール缶およびアルミ缶を横向きにプレスする自動缶プレス機を製作した．アルミ缶をプレスする場合，材料は全てアルミであるため，大きな力は必要でなく，簡単にプレスをすることが可能であった．しかしながら，スチール缶をプレスする場合，スチール缶の飲み口側はアルミ，もう一方はスチールで作られているため，飲み口側がやわらかく早くプレスされる．このため，シリノイドを２個使用してスチール缶をプレスすると，シリノイド間の力のバランスがとれず，うまくスチール缶をプレスすることができなかった[1]．

本研究においては，前年度のスチール缶を押すプレス板の動きを考慮し，プレス部はプレス板を押す力の大きくとれるコンパクトな油圧シリンダーを採用した．そして，飲み物の容器を缶プレス機に入れると，自動的にスチール缶，アルミ缶，ペットボトルおよびビン等を選別し，容器の容量を小さくできる缶についてはプレス機でプレス，ペットボトルやビン等については，そのまま回収箱に収納できる選別機能を有する缶プレス機を設計し，これを製作した．その製作過程と動作状況について報告する．

§2　ハードウェア

システムにおいて，マイクロコンピューター(以降，マイコンと呼ぶ)による制御は，AKI-80と入出力制御用ボードを組み合わせて行った．設計したシステムの全体写真を図１に示す．以降，この装置に使用した主要部品の概要について述べる．

2.1 マイコン

マイコンは，缶およびペットボトルの高さの判定，ロータリソレノイドおよびコンプレッサーの駆動と停止，リミットスイッチによる初期位置の確認，電磁石

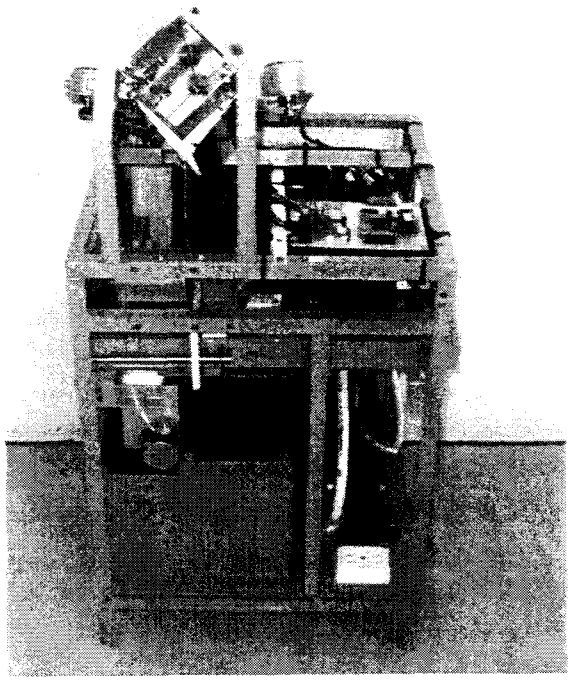


Fig.1 General view of system

の通電と停止およびプッシュスイッチの信号の有無等に使用した．また，装置の動作は迅速であることが望ましいため，これを動作させるプログラム言語はアセンブリ言語を使用した．AKI-80の入出力ポートは，パラレルI/Oを，Aポート入力およびBポート出力として使用した[2)3)4)5)]．

2.2 プレス機構

空き缶をプレスするため，油圧によって動作するシリンダーとコンプレッサーを使用した．

2.2.1 油圧シリンダー

油圧シリンダーは，ＮＰａシステム社製単動油圧シリンダー(RC-タイプ45kN)を使用した．そのストロークは127mm，最高荷重は45kN(4.5t)である．

万能試験機による圧縮試験によると，スチール缶のプレスには，約３ｋＮの荷重が必要である．油圧シリンダーの最高加重は45kNであるため，このプレス機はスチール缶をプレスする十分な性能を有している[6)]．

2.2.2 油圧コンプレッサー

油圧コンプレッサーは，ＮＰａシステム社製電磁弁付き自動リターン型油圧コンプレッサー（PU-35-NO(L)）を使用した．この油圧コンプレッサーの最高圧力は 70MPa (700kgf/cm²)である．また，このコンプレッサーは，電源をＯＮにすると圧力を発生し，電源がOFFになると電磁弁の作用により圧力を開放して，自動的に無負荷状態になる特徴を持っている．このため，プレス後の制御が不要となり，プレス機の用途に適している[7)]．

2.3 ロータリソレノイド

ソレノイドは，コイル内に可動鉄心を設置し，コイルに電流を流すことで鉄心を直進運動させることのできる装置である．ロータリソレノイドは，コイル内の鉄心が回転運動する回転型のソレノイドで，ソレノイドを構成するケース内に3つの傾斜溝がある．この溝にベアリングのボールを介して，傾斜溝を持つ鉄心がコイルに電圧を加えることで傾斜溝に沿って運動を行い，一定角度の回転をする構造を持っている．

2.4 フォトセンサ

反射型フォトセンサは，発光素子からの光を検出物にあて，反射してくる光を受光素子で受けて検出物を検出するセンサである．この機構では，検出物の色や形状が異なると反射光の強さが変化して，受光素子による検出物の検出に差が生じて誤動作の原因となる．システムでは，検出物を種々のペインティングを施した缶やペットボトルに想定しており，検出物からの反射光量の違いによる受光素子の検出能力の差，あるい

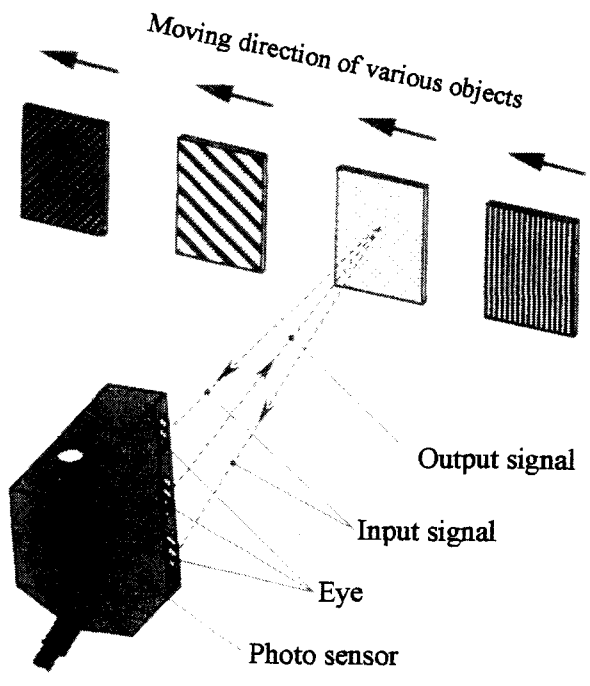


Fig.2 Photo sensor with three eyes

は検出物の大きさによって異なる発光素子から検出物までの距離の違いを考慮して，三眼距離設定式反射型のフォトセンサ(MQ-WN3A)を使用した[8]．このフォトセンサの外観を図２に示す．このフォトセンサは，発光素子からの光を検出物にあて反射してくる光を２個の受光素子で受けて検出物を検知する距離設定方式で，受光量の大小に依存しないため，色の違いに左右されない特徴を持っている．また，このフォトセンサが検知できる最大距離は500mmであり，本システムの用途に適している．

2.5 配線

図３はコンプレッサー，ロータリソレノイド，リミットスイッチ，およびフォトセンサ等の配線を行ったシステムの配線図を示す．システムは，Aポート入力およびBポート出力として使用している．Aポートの場合，０ポートにプッシュスイッチ，１ポートおよび４ポートにリミットスイッチ，２ポートおよび３ポートにフォトセンサ，５ポートおよび６ポートにリードセンサをそれぞれ接続した．使用しない７ポートはプルアップをした．また，Bポートの場合，０ポート，１ポートおよび５ポートにロータリソレノイド，２ポートにコンプレッサー，３ポートに電磁石，４ポートにエラー表示灯をそれぞれ接続した[9][10]．

プレス部において缶をプレスする場合，何らかのトラブルが発生することが考えられる．この場合，手動でコンプレッサーを動作させて油圧シリンダーを動かす必要がある．このため，手動または自動で動くようにする切替えスイッチを回路中に挿入した．図４は，コンプレッサーの手動・自動切替え用回路の回路図を示している．

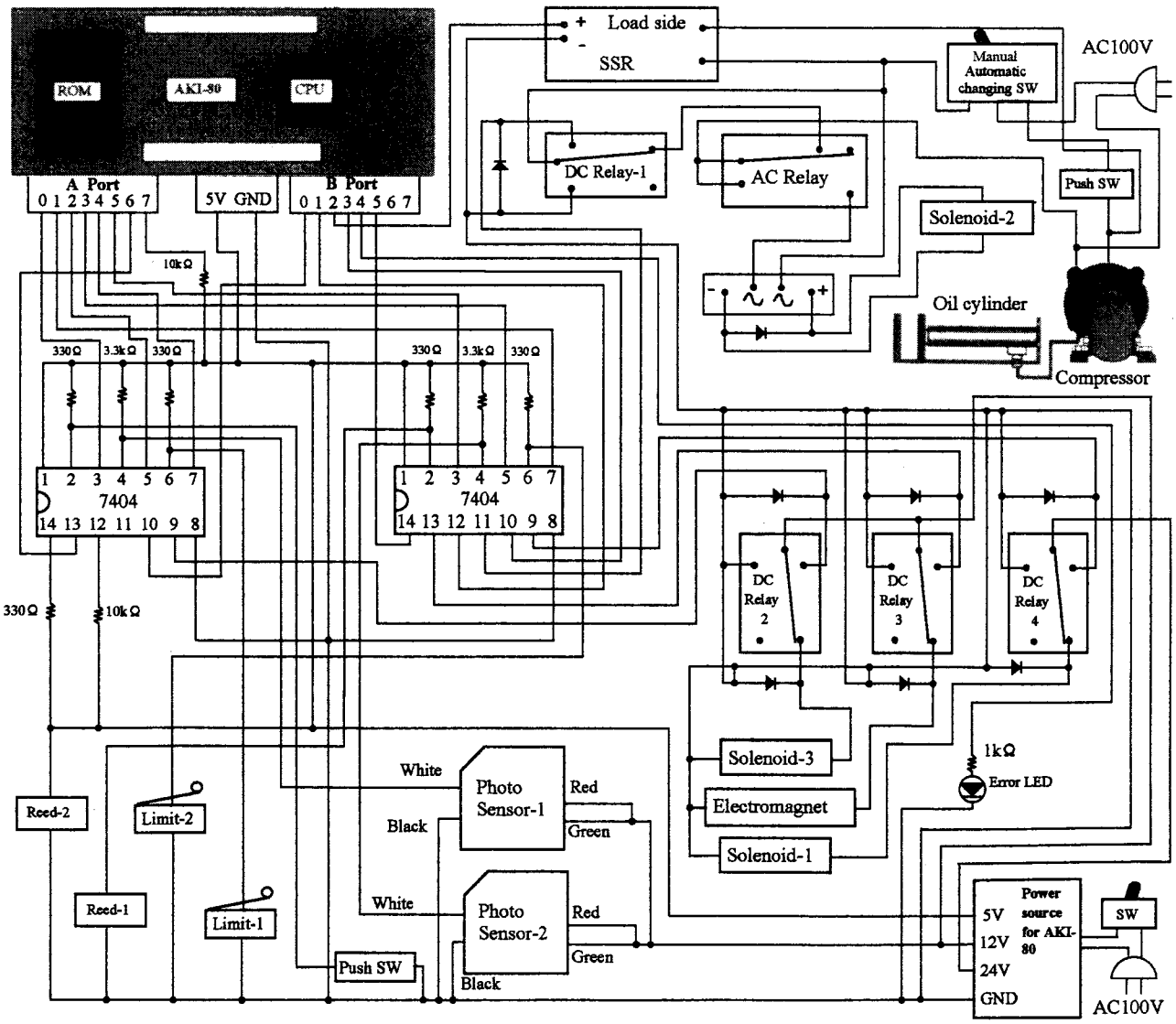


Fig.3　Wiring diagram of system

図4に示す切替スイッチの位置は，手動の場合を示している．スイッチが手動側に倒れていると，プッシュスイッチを押すことにより，コンプレッサーが動作する．また，スイッチが自動側に倒れていると，缶プレス機はAKI-80の出力信号によりSSRを介してプログラム通りに動作する[11]．

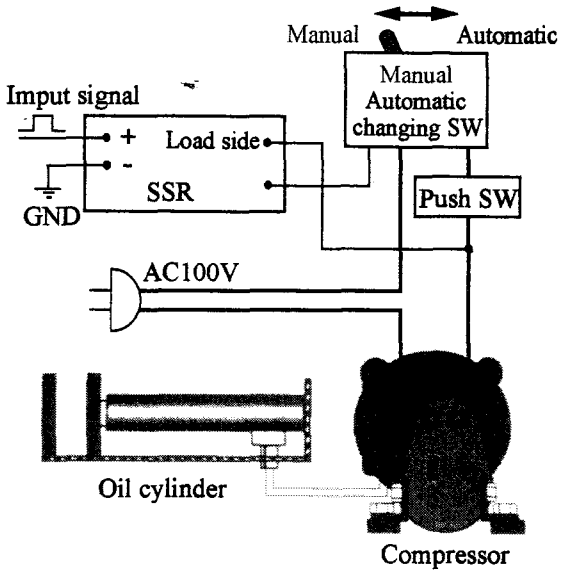
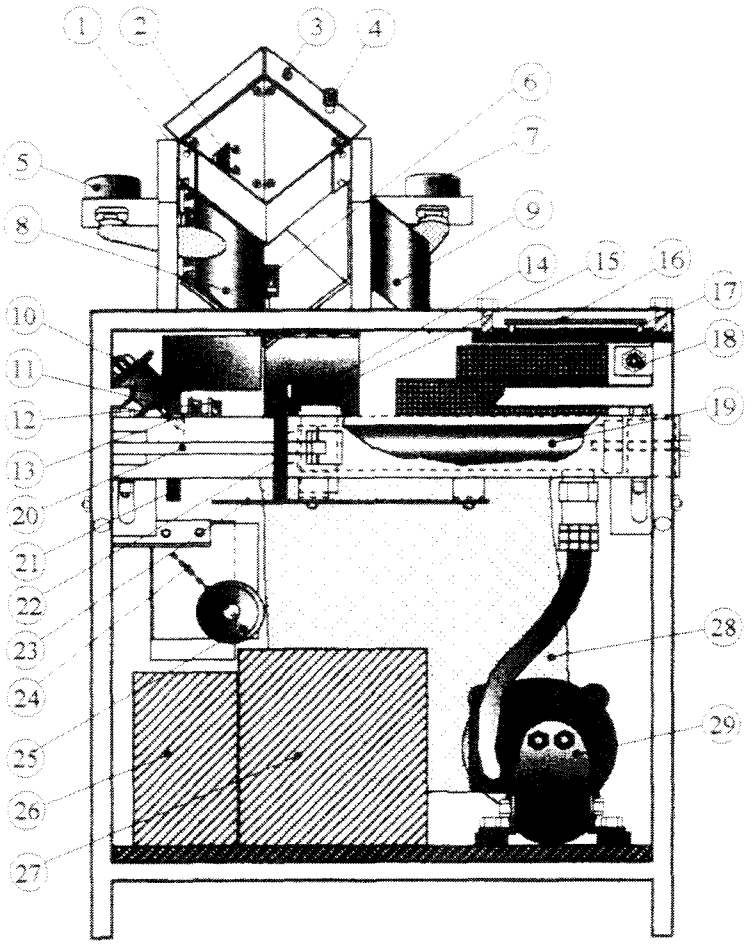


Fig.4 Wiring diagram of Manual・Auto chenging

§3 選別機構のシステム

図5はシステムの外観図を示している．システムは，空のスチール缶，アルミ缶，ペットボトルおよびビン，中身のあるスチール缶，アルミ缶，ペットボトル，ビンの選別を行うことができる．そして，空のスチール缶およびアルミ缶はプレス機でプレスした後，スチール缶とアルミ缶を選別して別々の回収箱に，空や中身のあるペットボトル，中身のあるスチール缶，アルミ缶，およびビンはプレス機を通さずに直接，回収箱に収納できる． また，容器の重さの判定を行うため，底部はバネを介した2枚のアルミ板で構成している．その構成は，底面の固定したアルミ板にリミット



1	Photo sensor-1	16	AKI-80
2	Photo sensor-2	17	Power source for AKI-80
3	Error LED	18	Control switch
4	Push switch	19	Oil cylinder
5	Solenoid-2	20	Guide bar
6	Limit-2	21	Iron board
7	Solenoid-1	22	Compression board
8	Support plate-1	23	Support stand of can
9	Support plate-2	24	Separate board
10	Electromagnet	25	Solenoid-3
11	Iron core	26	Steel can trash box
12	Reed sensor-1	27	Aluminium can trash box
13	Reed sensor-2	28	Trash bag
14	Limit-1	29	Compressor
15	Guide rail	–	————

Fig.5 Appearence of system

Table.1 Truth table by sensors

Selection number	Photo sensors 1	Photo sensors 2	Limit 2	Objective kinds
❶	1	0	0	Steel can
				Aluminium can
❷	0	0	0	Nothing
	0	0	1	Unknown object
	0	1	0	
	0	1	1	
	1	0	1	Can containing the drink
				Glass bottle
	1	1	0	Empty plastic bottle
	1	1	1	Plastic bottle containing the drink

スイッチを取り付け，もう一方の固定していないアルミ板は底面のアルミ板とバネで支持し，容器が投入されるとその重さによってアルミ板が降下し，リミットスイッチを押すことで容器の重さを判定する構造としている．バネは約1.57N(0.16kgf)を境として，これより大きければビンおよび中身のある容器，小さければ空のスチール缶，アルミ缶およびペットボトルと判定できる．また，缶およびペットボトルには種々の長さがあり，それらを調査すると，長さが180mm未満では缶，180mm以上ではペットボトルとなった．このため，これらの選別は2つのフォトセンサを使用して，長さを検知することにより，缶かペットボトルかの判定を行った．表1は，2つのフォトセンサおよびリミットスイッチによる真理値表を示す．真理値表により投入容器の種類を特定することができる．

3.1 容器の種類

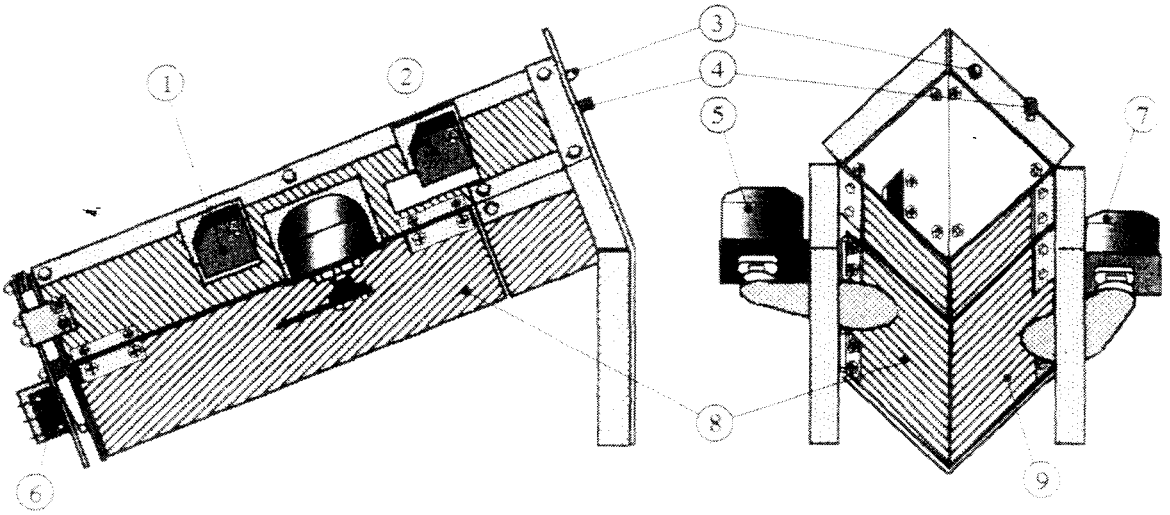
図6は，選別の対象となるスチール缶，アルミ缶，ペットボトルおよびビンの種類を示している．

3.2 容器の種類による選別機構とその動作

図7は，飲み物の容器をプレスする空のスチール缶およびアルミ缶，またはプレスしないで回収する空のペットボトル，ビンおよび中身のある各種容器に選別する機構を示す．容器が選別部に投入されて始動スイッチ④が押されるとマイコンは，フォトセンサ1①，フォトセンサ2②およびリミットスイッチ2⑥の信号の有無を各々を確認する．たとえば，表1に示す選別番号❶の場合は，ロータリソレノイド2⑤をONにして，保持板⑧を開き容器をプレス部に入れる．選別番号2の場合，ロータリソレノイド1⑦をONにして保持板⑨を開き容器を袋に収納する．

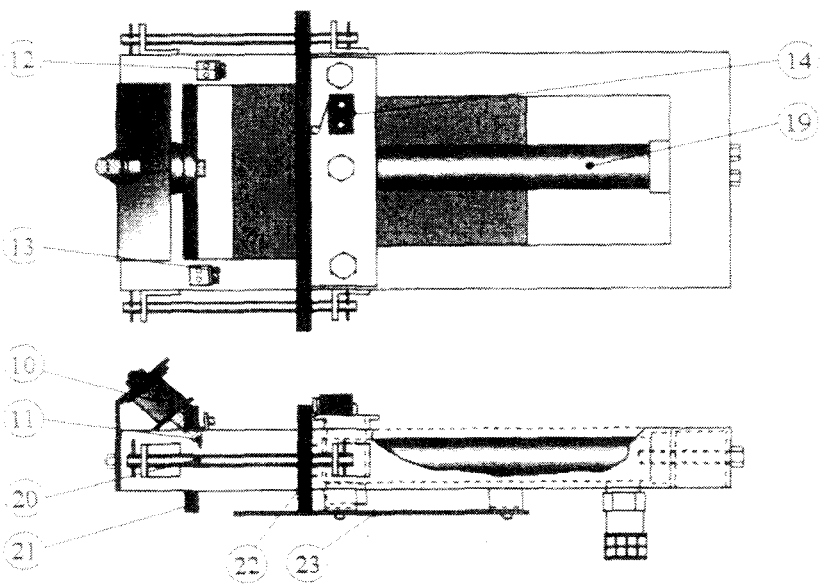
Fig.6 Objective kinds

図8は缶プレス部の構造を示す．プレス部に缶が入ると油圧コンプレッサー㉙，電磁石⑪およびアルミ缶収納箱㉗への通路を防ぐ仕切り板㉔と接続されたロータリソレノイド3㉕がONになる．そして，油圧シリンダー⑲が動作すると缶は，油圧シリンダーに取り付けられたプレス板㉒と，フレームに取り付けられた鉄板㉑に挟まれ，電磁石の鉄心に押しつけられる形でプレスされる．プレス板に取り付けられた磁石が，リードセンサ⑫に反応する距離まで近付くと，リードセンサがONとなり，油圧コンプレッサーは停止して，プレス板は元の位置に戻る．スチール缶をプレスする場合，電磁石はONとなっており，プレスした缶は，電磁石に付着して保持された後，電磁石がOFFとなれば落下してスチール缶収納箱に入る．アルミ缶は電磁石による保持を受けず，ロータリソレノイド3がONとなり，これと接続した仕切板をアルミ缶側に倒した後，アルミ缶収納箱に入る．スチール缶とアルミ缶を収納する箱は，スチール缶とアルミ缶を区別して収納できるように仕切板をつけており，通常，仕切板はアルミ缶側を防いでいる．スチール缶およびアルミ缶が収納箱に入った後，油圧コンプレッサーは停止，電磁石とロータリソレノイド3はOFFとなる．以上の動作が終了すると，再び始動スイッチ④が押されるまで待機をする．図9にプレス後のスチール缶およ



1	Photo sensor-1	4	Push switch	7	Solenoid-1
2	Photo sensor-2	5	Solenoid-2	8	Support plate-1
3	Error LED	6	Limit-2	9	Support plate-2

Fig.7 Ditails of Upper distinction part



10	Erectromagnet
11	Iron core
12	Reed sensor-1
13	Reed sensor-2
14	Limit-1
19	Oil cylinder
20	Guide bar
21	Iron board
22	Compression board
23	Support stand of can

Fig.8 Details of press part

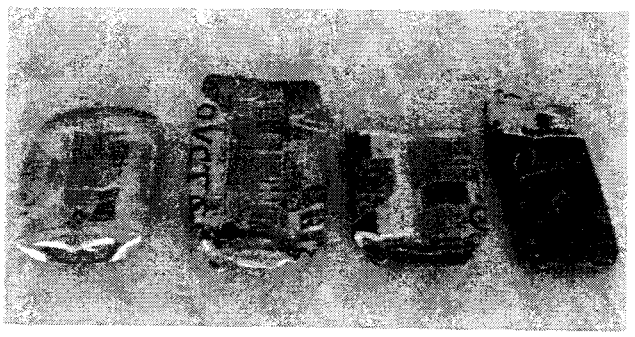


Fig.9 Pressed objects

びアルミ缶の状態を示す．図9に示すように，スチール缶およびアルミ缶は，ほぼ満足できる状態にプレスされていることがわかる．

§4 ソフトウェア

4.1 システムの動作言語

パソコン上でアセンブリ言語を使用してプログラム

Table.2 Control program of system

Label	Mnemonic code	Comment
PIOAD	equ 1ch	PIO A data
PIOAC	equ 1dh	PIO A control
PIOBD	equ 1eh	PIO B data
PIOBC	equ 1fh	PIO B control
	org 0000h	Return to org
	LD SP,0	Set stack point 0
	IM 2	Set mode 2
	LD A,11001111b	PIO A initialization
	OUT (PIOAC),A	Mode 3 (Input)
	LD A,11111111b	
	OUT (PIOAC),A	
	LD A,00110111b	
	OUT (PIOAC),A	
	LD A,00000011b	
	OUT (PIOAC),A	
	LD A,11001111b	PIO B initialization
	OUT (PIOBC),A	Mode 3 (Output)
	LD A,00000000b	
	OUT (PIOBC),A	
	LD A,00010111b	
	OUT (PIOBC),A	
	LD A,00000011b	
	OUT (PIOBC),A	
S0:	CALL WAIT2	Wait 2 sec
CH:	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 4,A	Limit SW 1 ON
	JR NZ,ST	Go to ST
	LD A,10H	Error LED
	OUT (PIOBD),A	Error LED lighting
	JR CH	Go to CH
ST:	LD A,0	Error LED
	OUT (PIOBD),A	Error LED turning off
	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 0,A	Push SW ON
	JR NZ,RS1	Go to RS1
	JR ST	Go to ST
RS1:	CALL WAIT2	Wait 2 sec
	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 1,A	Limit SW 2 ON
	JR NZ,DB	Go to DB
	BIT 2,A	Photo Sensor 2 ON
	JR NZ,DB	Go to DB
	BIT 3,A	Photo Sensor 1 ON
	JR NZ,PR	Go to PR
	JR DB	Go to DB
DB:	LD A,01H	Solenoid 1
	OUT (PIOBD),A	Solenoid 1 ON
	CALL WAIT2	Wait 2 sec
	LD A,0	Solenoid 1
	OUT (PIOBD),A	Solenoid 1 OFF
	JR ST	Go to ST
PR:	LD A,02H	Solenoid 2
	OUT (PIOBD),A	Solenoid 2 ON
	CALL WAIT2	Wait 2 sec
	LD A,0	Solenoid 2
	OUT (PIOBD),A	Solenoid 2 OFF
	JR PR1	Go to PR1
PR1:	CALL WAIT2	Wait 2 sec
PR2:	LD A,2CH	Electromagnet, Solenoid Compressor
	OUT (PIOBD),A	Electromagnet, Solenoid Compressor ON
	CALL WAIT5	Wait 0.5 sec
	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 6,A	Reed Sensor 1 ON
	JR NZ,RS2	Go to RS2
	BIT 5,A	Reed Sensor 2 ON
	JR NZ,RS2	Go to RS2
	JR PR2	Go to PR2
RS2:	LD A,28H	Electromagnet and Solenoid 3
	OUT (PIOBD),A	Electromagnet and Solenoid 3 ON
	CALL WAIT4	Wait 4 sec
	LD A,20H	Electromagnet
	OUT (PIOBD),A	Electromagnet ON
	CALL WAIT2	Wait 2 sec
	LD A,0	Electromagnet
	OUT (PIOBD),A	Electromagnet OFF
	JR S0	Go to S0
WAIT4:	PUSH BC	Push BC
	LD B,80	Set B on 80
LWT4:	CALL WAIT5	Wait 0.5 sec
	DJNZ LWT4	Go to LWT4
	POP BC	Reset BC
	RET	Return
WAIT2:	PUSH BC	Push BC
	LD B,40	Set B on 40
LWT2:	CALL WAIT5	Wait 0.5 sec
	DJNZ LWT2	Go to LWT2
	POP BC	Reset BC
	RET	Return
WAIT5:	PUSH BC	Push BC
	LD B,50	Set B on 50
WT5:	CALL WAIT1	Wait 0.1 sec
	DJNZ WT5	Go to WT5
	POP BC	Reset BC
	RET	Return
WAIT1:	PUSH BC	Push BC
	LD B,0	Set B on 0
WT1:	NOP	Non operation
	DEC (HL)	HL - 1
	INC (HL)	HL + 1
	DJNZ WT1	Go to WT1
	POP BC	Reset BC
	RET	Return
	END	End

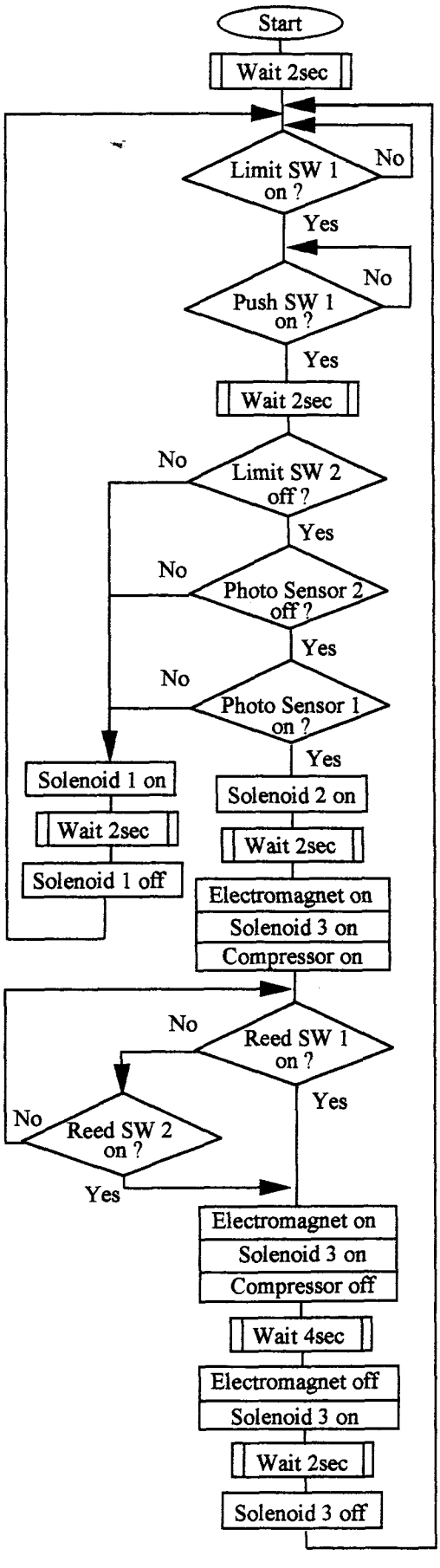


Fig.10 Diagram of flow chart

を作成した後，プログラムをROMライターによってROMに書き込み，それをAKI-80のボードに搭載した．

4.2 フローチャートとシステムの動作プログラム

システムのプログラムの流れを示すフロチャートを図１０に示す．また，表２はシステムを制御するプログラムを示す．フローチャートにしたがって作成されたプログラムにより，選別機能を有する自動缶プレス機は動作する．

§ 5 結言

本研究において，マイコン制御による選別機構を有する自動缶プレス機を設計し，これを製作した結果を要約すると次のようになる．

1．飲み物の容器を選別機に入れると，自動的にプレス可能な缶かどうかの選別を行う機構を設計し，これを製作できた．

2．プレス可能な缶をプレスして，さらにスチール缶およびアルミ缶に選別できる機構を設計し，これを製作できた．

3．選別機能を有する自動缶プレス機を動作させるプログラムを作成し，予期した動作をさせることが可能となった．

参考文献

1) 南,山本,自動缶プレス機の試作,卒業研究2004.
2) 尾屋家,山本,マイクロコンピュータによる自立型移動ロボットの制御,卒業研究1996.
3) 野崎,柴崎,自動グリップの試作,卒業研究2003.
4) 横田,Z-80の使い方,オーム社,1993.
5) TOSHIBA,AKI-80 12M取扱説明書.
6) NPaシステムシリンダカタログ.
7) 70MPa電動油圧ポンプPU-35シリーズカタログ，超小型電動油圧ポンプPU-35取扱説明書.
8) 松下電工,MQ-WN3A取扱説明書.
9) 西野,IC論理回路入門,日刊工業新聞社,1989.
10) 鈴木,たのしくできるセンサ回路と制御実験,東京電機大学出版局,1999.
11) 秋月電子通商,ソリッドステートリレー取扱説明書.